

мВт; номинальный ток – 3,8 мА; номинальное напряжение – 0,48 В; ток короткого замыкания – 7,33 мА; внутреннее сопротивление элемента – 123 Ом; расход топлива – 0,005 мл/мин;

– ПЭТЭ FCJJ-22 имеет максимальный КПД (28,6%), близкий к теоретическому КПД PEMFC, при концентрации спирта в растворе 10%. Но по КПД использования спирта наилучшим вариантом является 15%-ный водноспиртовой раствор (1,65 %). Такой низкий КПД по использованию этанола объясняется тем, что ПЭТЭ FCJJ-22 является прототипом для наглядной демонстрации преобразования химической энергии в электрическую и не предназначен для практического производства электроэнергии.

Библиографический список

1. http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2340
2. <http://chernykh.net/content/view/576/775/>
3. Коровин Н.В. Электрохимическая энергетика. М.: Энергоатомиздат, 1991. 264 с.

К РАЗРАБОТКЕ ПОТОЧНОГО ГАЗИФИКАТОРА НА ВЫСОКОРЕАКЦИОННОМ ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

*Вальцев Н.В., Рыжков А.Ф.
УрФУ, E-mail: tes@mail.ustu.ru*

Для задач энергетики наиболее перспективным представляется использование технологий воздушной газификации, так как использование дешевого окислителя (воздуха) повышает конкурентоспособность технологии. За рубежом технологии воздушной газификации для стационарной энергетики усиленно развивают в Германии (технология HTW), Японии (MHI), США (TRDU). На Украине в Институте угольных энерготехнологий НАНУ ведутся целенаправленные разработки энергетических газогенераторов поточного типа и ЦКСД применительно к местной топливной базе [1].

С точки зрения схемы организации процесса самым простым способом является проведение газификации в одну стадию. Однако основным недостатком однозонных реакторов является экстремальный профиль температур по их длине. В случае полной газификации это с необходимостью понуждает на переход к жидкому шлакоудалению (ЖШУ). При работе в режиме карбонизации оплавление минеральных включений в топливных частицах при их случайном сближении может провоцировать развитие когезионных процессов, выпадение агломератов и шлакование ограждающих поверхностей.

При ориентации на мало- и среднемасштабную энергетику (малые локальные энергоустановки, промышленно-отопительные ТЭЦ) температурный уровень твердого топлива в реакторе желательно ограничить средними значениями, лежащими ниже температуры шлакования ($t < 1100...1200$ °С), что по данным [2] должно быть достаточно для получения качественного газа при работе на высокореакционном твердом топливе. Решение данной задачи требует разработать взамен высокотемпературных агрегатов иной вариант газификатора, и возможным ответом может стать применение многостадийного поточного газификатора.

Существует два очевидных варианта организации процесса газификации топлива: внутренне-автотермичный процесс, когда теплота, требуемая для поддержания в реакторе достаточного уровня температуры, получается за счет сгорания части угля и выделившихся летучих, либо аллотермическая схема с внешним теплоносителем (сжигание вспомогательного топлива).

В качестве примера первого варианта, можно рассмотреть две конструкции: опытная установка, на которой проводились эксперименты для создания растопочной пылеугольной горелки на кафедре ТЭС УрФУ под руководством профессора Берга Б.В. [3] и установки для поточной газификации торфа [4].

В первой работе экспериментальная установка представляла реторту высотой 1200 мм, разогреваемую электрическими нагревателями до заданной температуры, внутри которой расположена труба, куда и подается пылеугольная смесь. Время пребывания частиц в центральной трубе составляло 0,8-1,2 с, расход воздуха ≈ 4 л/с. Для опытов в экспериментальной установке использовалась угольная пыль Баганурского месторождения (Монголия). Были проведены две серии опытов: при избытке воздуха $b = 0,9$ и температуре стенки $t_{ст} = 777-795$ °С; и $b = 0,6$ и $t_{ст} = 870-885$ °С.

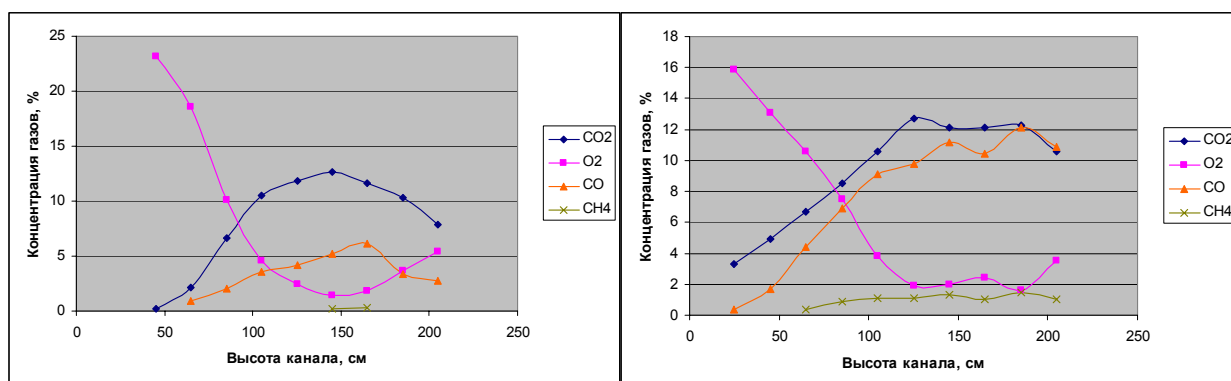


Рис. 1. Концентрация газов по высоте центрального канала экспериментальной установки. $t_{ст} = 777-795$ °С, $b = 0,9$ (левый); $t_{ст} = 870-885$ °С, $b = 0,6$ (правый)

Во второй работе эксперименты проводились в 2-х вертикальных установках: 1-й диаметром 0,2 м и высотой 2 м и 2-й – опытно-промышленной диаметром 0,5 м и высотой 11 м. Данные по составу получаемого газа [4] приведены в таблице.

Пример состава газа, получаемого в результате экспериментов по газификации торфа

| CO ₂ | C _m H _n | O ₂ | CO | H ₂ | CH ₄ | N ₂ |
|-----------------|-------------------------------|----------------|------|----------------|-----------------|----------------|
| 11,6 | 0,4 | 0,2 | 17,6 | 15,4 | 1,3 | 53,5 |

Качество газа, получаемого в обеих установках, не очень высокое, что требует не только создания в аппарате последующих зон для углубления переработки топлива, но и дополнительных мер для повышения эффективности работы первой зоны.

В качестве примера аллотермического варианта организации процесса можно рассмотреть работу [5], где приводится модель пиролиза угля при температурах 1000-1300 К и 2000-2500 К.

Одной из мер улучшения качества получаемого газа является увеличение температуры дутья. Так, опыты Богданова показали значительное увеличение теплоты сгорания газа при повышении температуры дутья со 100 до 300 °С, у Берга увеличение температуры дутья с 200 до 400 °С тоже дало положительные результаты. Для еще большего повышения эффективности процесса возможно организовать предварительную термохимическую подготовку угля до его ввода в газификатор в подающем трубопроводе, что осуществляется в датском газификаторе Viking (*).

В связи с этим, интересным представляется рассмотреть организацию газификации в пиролизере, разработанном УралОРГРЭС [6], сочетающем (*) и внутреннюю регенерацию, заключающуюся в использовании для предварительной подготовки угля теплоты сгорания части получаемого в аппарате газа, и предложить следующую схему газификатора (рис. 2).

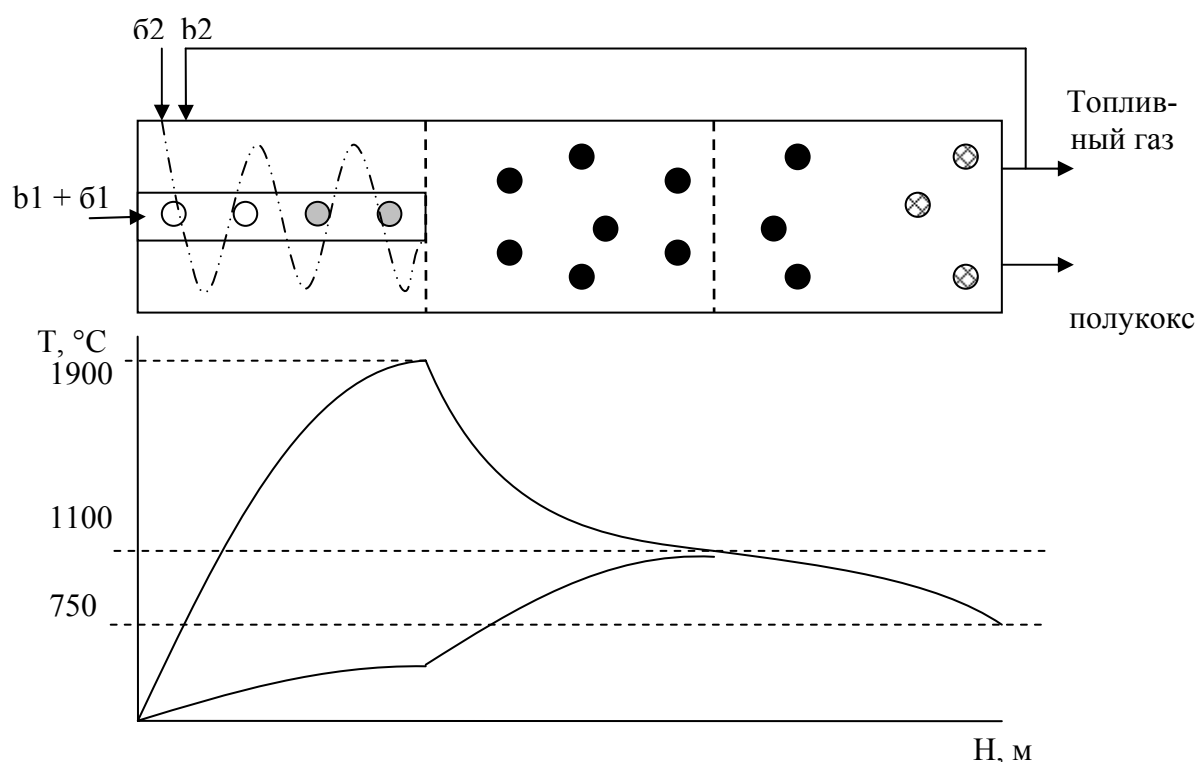


Рис. 2. Схема поточного газификатора и профиль температур

По центральной трубе подается угольная пыль высокой концентрации, а в зазор вокруг нее топливный газ и воздух, которые сгорают и обогревают трубопровод с угольной пылью, а затем в среде их же продуктов сгорания идет пиролиз угля. Такая схема позволяет значительно повысить температуру в реакторе шлакования поверхностей.

В первой зоне аппарата идет процесс термохимической подготовки угля в трубе, затем во второй и третьей зонах процессы безокислительного пиролиза, углекислотной газификации и пароуглекислотной активации продуктами сгорания первой зоны.

Кроме того, для интенсификации происходящих процессов целесообразным представляется уменьшение диаметра частиц угля – переход на микропо-

мол [7], что помимо чисто экстенсивного фактора – роста удельной поверхности гетерогенного реагирования, вносит некоторые качественные изменения в состав и структуру топливных частиц – изменение зольности и понижение энергии активации, и позволяет значительно интенсифицировать процесс термохимической подготовки угля.

В результате представляется возможным создание реактора, продуцирующего при умеренных температурах ($< 1100...1200\text{ }^{\circ}\text{C}$) «бессмольный» топливный газ, близкий по составу к идеальному паровоздушному (CO_2 , H_2O , $\text{CH}_4 \rightarrow 0$), и полукокс, подвергнутый парокислотной активации.

Библиографический список

1. Зайцев А.В., Рыжков А.Ф., Силин В.Е., Загруднинов Р.Ш., Попов А.В., Богатова Т.Ф. Газогенераторные технологии в энергетике / Под ред. А.Ф.Рыжкова. Екатеринбург: Сократ, 2010.
2. Ryzhkov A.F, Bogatova T.F., Popov A.V., Silin V.E., Usova G.I. The Effect of Thermal Pretreatment Process on Bio-Fuel Conversion. Croatia: InTech, 2011.
3. Берг Б.В., Батхиг А., Микула В.А., Богатова Т.Ф. и др. Снижение расхода мазута на растопку пылеугольных котлов // Вестник УГТУ-УПИ. 2004. № 3 (33). С. 194-200.
4. Богданов Н.Н. Газификация пылевидного торфа / Газификация фрезерного торфа. М.: Госэнергоиздат, 1959. С. 31-43.
5. Калинин Р.А., Левицкий А.А., Полак Л.С., Полищук А.Я. Расчетно-теоретическое исследование процессов пиролиза и гидропиролиза угля // Кинетика и катализ. 1983. Т. XXVI. Вып. 6.
6. Шульман В.Л., Зайцев А.В., Богатова Т.Ф. Развитие угольных парогазовых технологий // Технологии эффективного и экологически чистого использования угля: сборник докладов и тезисов международной НТК. М.: ОАО «ВТИ», 2009. С. 246-251.
7. Алексеенко С.В., Бурдуков А.П. и др. Применение механоактивированных углей в энерготехнологиях // Исследования и разработки СО РАН в области энергоэффективных технологий. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. С. 249-260

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ – ФУНДАМЕНТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ БУДУЩЕГО

*Велькин В.И., Щеклеин С.Е.
УрФУ*

Ровно 50 лет назад в УПИ им. С.М. Кирова из единого энергетического факультета были созданы два – электротехнический и теплоэнергетический факультеты. В том же 1961 г. была создана и кафедра «Атомная энергетика». Основателем теплоэнергетического факультета, её первым деканом и первым заведующим кафедрой «Атомная энергетика» был профессор Ратников Евгений Федорович (1912-1998).

За годы своего существования для атомной энергетики страны кафедрой были подготовлены около 2300 специалистов, которые сегодня трудятся на всех АЭС России в разных должностях, включая директорский корпус (Белоярская АЭС).

В непростые времена перемен и застоя в развитии атомной энергетики (с 1987 по 2000-й годы) продолжателем дела своего учителя стал Заслуженный энергетик РФ, профессор, д.т.н. Щеклеин Сергей Евгеньевич (рис. 1).